
RAPPORT

Kjøllefjord - Utdypning av havn

OPPDRAAGSGIVER

Kystverket

EMNE

Grunnundersøkelser og orienterende
geoteknisk vurdering

DATO / REVISJON: 19. mai 2017 / 01

DOKUMENTKODE: 712625-RIG-RAP-001_REV.01



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Kjøllefjord - Utdypning av havn	DOKUMENTKODE	712625-RIG-RAP-001_REV.01
EMNE	Grunnundersøkelser og Orienterende geoteknisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Erlend B. Kristiansen
KONTAKTPERSON	Cato Solberg	UTARBEIDET AV	René Rundhaug
KOORDINATER	SONE: 33 ØST: 947100 NORD: 7917100	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	Lebesby		

SAMMENDRAG

Kystverket planlegger en utdypning av havnen samt to nye moloer i Kjøllefjord som ligger i Lebesby kommune.

Det er utført grunnundersøkelser ved fire lokaliteter, sørøst for Klubben og like sørøst for småbåthavna innerst i Gilevuotna. Sjøbunnen varierer mellom kote 1 og kote minus 40,5.

Løsmassemektingen er registrert mellom 0 og 14 m.

Stabiliteten for ferdig utlagt molo i område 1 til kote 8 er ikke tilfredsstillende. Det blir vanskelig å etablere en molo uten store kostnadskrevende tiltak.

Stabiliteten for ferdig utlagt molo i område 3 og 4 er tilfredsstillende.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	19.05.17	Supplerende undersøkelser	RER	SRR	ERBK
00	21.04.15	Grunnundersøkelser og orienterende geoteknisk vurdering	RER	SRR	erbk

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Innledning	5
2. Utførte undersøkelser.....	5
3. Grunnforhold.....	5
3.1 Henvisninger	5
3.2 Områdebeskrivelse	5
3.3 Løsmasser	6
4. Orienterende geoteknisk vurdering	8
4.1 Utdyping	8
4.2 Stabilitet molo – Område 1.....	8
4.3 Stabilitet molo – Område 3.....	9
4.4 Stabilitet molo – Område 4.....	9
5. Sluttvurdering.....	9

Tegninger

712625-RIG-TEG -000	Oversiktskart
-001	Borplan 1
-002	Borplan 2
-010	Prøveserie, BP12
-011	Prøveserie, BP23
-012	Prøveserie, BP62
-013	Prøveserie, BP70
-014	Prøveserie, BP79
-060	Korngradering
-061	Korngradering
-062	Korngradering
-100	Profil A og B
-101	Profil C og D
-102	Profil E og F
-103	Profil G og H
-104	Profil I, J og K
-105	Profil L
-106	Profil M
-107	Profil N
-108	Profil O1, O2 og P
-109	Profil Q, R og S
-500	Plantegning molo – moloer
-501	Stabilitetsberegning – snitt 1-1
-502	Stabilitetsberegning – snitt 2-2

Vedlegg

Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser

1. Innledning

Kystverket planlegger en utdypning av havnen samt etablering av to nye moloer i Kjøllefjord som ligger i Lebesby kommune.

Multiconsult AS er engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk for prosjektet, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen, supplerende grunnundersøkelser samt en orienterende geoteknisk vurdering av prosjektet.

Multiconsult AS har tidligere utført undersøkelser i dette området. Det vises til rapport nr. 711999(2013). Resultater fra disse undersøkelsene er delvis innarbeidet i foreliggende rapport.

2. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 43 år 2014. Supplerende grunnundersøkelser ble utført i uke 5 og 6 år 2017.

Boringene ble utført med vår borebåt MK Borebas og MS Borecat.

Det er foretatt 40 totalsonderinger + 21 supplerende totalsonderinger. Totalsondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som de har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

I tillegg er det tatt opp 2 + 3 prøveserier med 54 mm prøvetakingsutstyr. Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt i vårt laboratorium i Tromsø.

Alle høyder i rapportens tekst og tegning refererer seg til Sjøkartverkets høydesystem, hvor GPS i vår borebåt utfører høydemålinger i NN1954, og det er benyttet $Z_0 = -1,76$ ved omregning av høyder til sjøkartnull.

På enkelte punkter er det ikke samsvar mellom borpunktene og bunnkotecartet. Borpunktene stemmer ganske bra det sjøbunnen er relativt flat, men forskjellen ser ut til å øke jo brattere sjøbunnen er.

Det vises for øvrig til rapportens geoteknisk bilag for beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser.

3. Grunnforhold

3.1 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanene, tegning nr. 712625-RIG-TEG-001, t.o.m. -003. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 712625-RIG-TEG-100 t.o.m. -109.

3.2 Områdebeskrivelse

Det er utført grunnundersøkelser ved 4 lokaliteter, to i 2014 og to i 2017:

- Øst for Klubben (område 1)
- Like sørøst for småbåthavna innerst i Gilivuotna (område 2)
- Nordvest og øst for Kjøllefjord lykt (område 3)
- Like sørvest for Klubben - vest for område 1 (område 4).

Sjøbunnen varierer mellom kote 1 og kote minus 40,5.

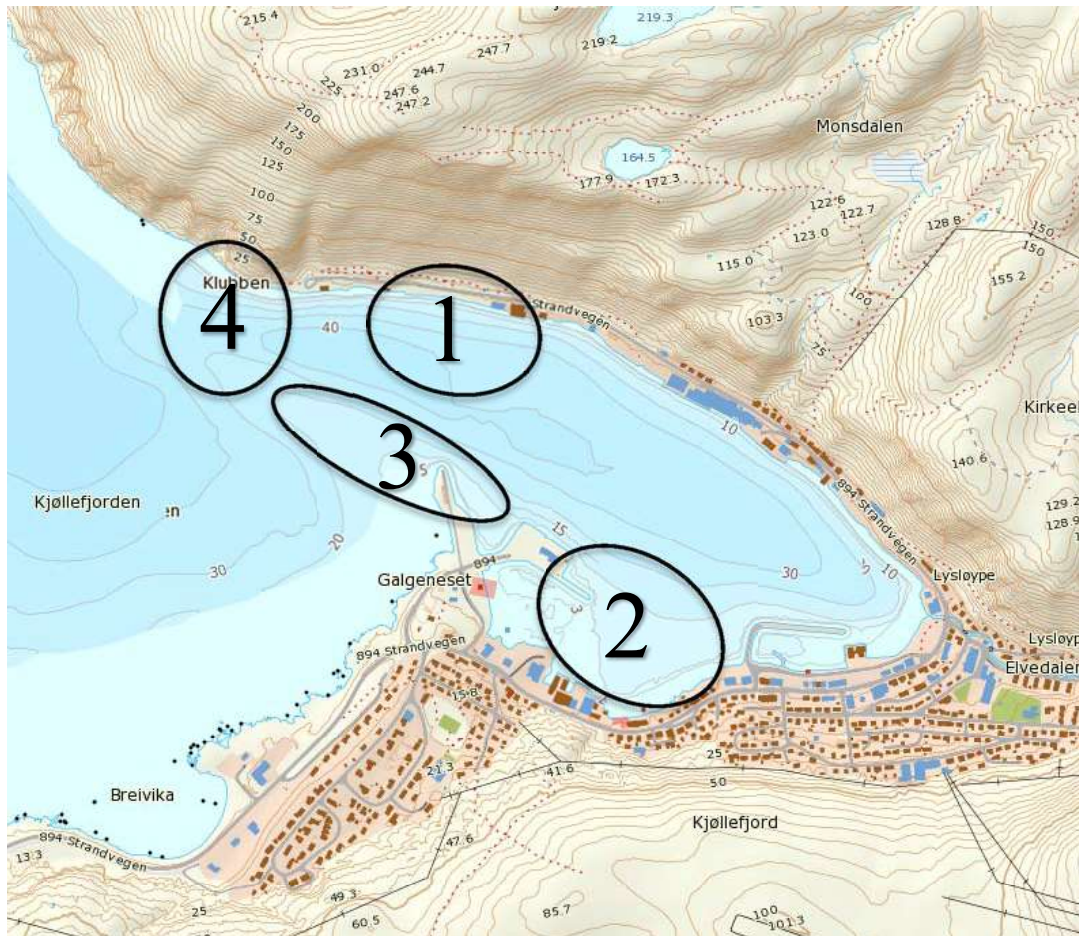
Sør for klubben faller sjøbunnen sørover med en gjennomsnittlig helning ca. 1:1,5 fra kote 5 til kote minus 12, så slaker det ut til 1:3 fra til kote minus 38 der det slaker ut.

Øst for Klubben faller sjøbunnen sørover med en gjennomsnittlig helning ca. 1:3.

Øst for småbåthavna ligger marbakken på kote minus 1 og faller med helning 1:4 ut til kote minus 5. Utenfor dette er sjøbunnen relativt flat og ligger på ca. kote minus 6. Fra kote minus 7 faller sjøbunnen med helning ca. 1:7.

Nordvest for Kjøllefjord lykt faller sjøbunnen i en renne som strekker seg til Klubben med gjennomsnittlig helning omtrent 1:17 de første 350 meterne fra lykta.

Oversiktskart er vist under.



Bilde 1: Oversiktskart

3.3 Løsmasser

Område 1:

Alle sonderinger er avsluttet i antatt berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 14,6 og kote minus 50,2. Berghorizonten faller i hovedsak mot sør med helning ca. 1:2 på det bratteste. Løsmassemektheten varierer mellom 2,5 og 10 m.

Grunnen består i hovedsak av 2-3 lag. De to øverste lagene har lav sonderingsmotstand og er antatt silt/sand over antatt silt/leire. Leirlaget ser ut til å ha mektighet ca. 0,5 – 2,0 m. Over berg er det stedvis et lag med stor sonderingsmotstand med mektighet ca. 1 m som antas å være morene.

Det er tatt opp prøveserie ved BP.12 som er avsluttet 5,5 m under sjøbunnen. Det vises til tegning nr. 712625-RIG-TEG-10. Prøveserien viser et øvre lag med sandig silt med skjellrester med mektighet på ca. 4 m. Nederst er det et lag med siltig, sandig leire.

Vanninnholdet er målt mellom 25 og 47 %. Udrenert skjærfasthet er mellom 12 og 15 kPa. Omrørt skjærfasthet er mellom 1,9 og 3,8 kPa. Leira er lite sensitiv.

Viser til profiler A-A til F-F.

Område 2:

Alle sonderinger er avsluttet i antatt berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 1,3 og kote minus 19,4. Berghorisonten faller i hovedsak mot nord med gjennomsnittlig helning slakere enn 1:5 nærmest land. Ellers er bergoverflaten relativ flat. Løsmassemektheten varierer mellom 1,3 og 11,1 m.

Grunnen består i hovedsak av 1-3 lag.

I borpunktene nærmest land er sonderingsmotstanden generelt stor. Utover i sjøen øker løsmassemektheten og det er et øvre lag med mektighet inntil ca. 7 m med lav sonderingsmotstand. Underliggende lag har stor sonderingsmotstand.

Det er tatt opp prøveserie ved BP.23 som er avsluttet 6 m under sjøbunnen. Det vises til tegning nr. 712625-RIG-TEG-11. Prøveserien viser et øvre lag som består av siltig, sandig, grusig, leirig materiale med korall- og skjellrester med mektighet ca. 5 m. Nederst er det siltig sand.

Vanninnholdet er mellom 24 og 48 %.

Viser til profiler G-G til K-K, R-R og S-S.

Område 3:

Alle sonderinger er avsluttet i antatt berg eller faste masser. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 25 og kote minus 7,5.

Løsmassemektheten varierer mellom 0,2 og 5 m.

Grunnen består i hovedsak av 1-2 lag.

I borepunktene vest for Kjøllefjord Lykt langs hva som antas er en undersjøisk bergrygg er det lite løsmasser og det treffes nesten direkte på berg. Like sør for denne er det påtruffet masser med mektighet opp til 5 m bestående av sand, silt, grus og leire.

Øst for Kjøllefjord lykt er løsmassemektheten opptil 5 m med skiftende sonderingsmotstand fra liten til middels

Det er tatt opp prøveserie ved borehull 70 og 79.

Prøveserien fra BP70 er avsluttet 3 meter under sjøbunnen. Det vises til tegning nr. 712625-RIG-TEG-013. Prøveserien viser grusig, sandig materiale mellom 0,2 og 0,4 meter. Under er det grusig, sandig, siltig materiale mellom 1,0 og 1,8 m, og nederst viser prøveserien sandig, leirig silt mellom 2,2 og 3,0 meter. Alle lag i prøven inneholder korall- og skjellrester. Vanninnholdet er mellom 35 og 43 %.

Prøveserien fra BP79 er avsluttet 1,8 meter under sjøbunnen. Det vises til tegning nr. 712625-RIG-TEG-014. Prøveserien viser et lag mellom 1,2 og 1,8 meter som består av siltig, leirig sand med korall- og skjellrester. Vanninnholdet er mellom 40 og 45 %.

Viser til profiler O-O til Q-Q.

Område 4:

Alle sonderinger er avsluttet i antatt berg eller faste masser. Bergoverflaten varierer mellom kote minus 43 og kote minus 17. Berget faller i hovedsak mot sør med helning ca. 1:2.

Løsmassemektheten varierer mellom 2 og 14 m.

Løsmassene i nord fra land og ned til kote minus 40 består i hovedsak av 2 lag. Øverst er det et lag med liten sonderingsmotstand, antatt silt/sand. Under dette er det et lag med middels til stor sonderingsmotstand, antatt sand grus.

Løsmassene i sør langs den undersjøiske ryggen består av et tynt lag med liten sonderingsmotstand, antatt silt/sand over berg.

Det er tatt opp en prøveserie av det øverste laget ved BP62 som er avsluttet 1,8 m under sjøbunnen. Det vises til tegning nr. 712625-RIG-TEG-012. Prøveserien viser et øvre lag som består av leirig sand med korall- og skjellrester mellom 0,2 og 0,5 m, og et nedre lag som består av leirig sand med organisk materiale og korall- og skjellrester mellom 1,0 og 1,8 meter. Vanninnholdet er mellom 30 og 40 %.

Viser til profiler L-L til N-N.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 712625-RIG-TEG-60.

4. Orienterende geoteknisk vurdering

4.1 Utdyping

Det planlegges utdypning til kote minus 7 (LAT) ved område 2.

Mudringsarbeidene anses som lett å gjennomføre der det er påtruffet leire/silt/sand, men det må forventes sprengning nærmest land.

Eventuelle mudringskråninger vil utjevnes til 1:3 eller slakere over tid på grunn av havstrømmer.

4.2 Stabilitet molo – Område 1

Toppen av moloen i område 1 er antatt å være 5 meter bred og til å ligge på ca. kote 8 (LAT). Dette gir en fyllingsmektighet på inntil 50 m, viser til tegning nr. 712625-RIG-TEG-500.

Det er utført stabilitetsberegninger med programmet «GS-Stability» for den planlagte moloen. Plantegning av moloen er vist på tegning 712625-RIG-TEG-501.

Materialparametere som er benyttet er valgt på bakgrunn av rutine laboratorieresultater og erfaringsverdier. Det vises til tabell 1.

Lag	Massetype	Egenvekt / neddykket [kN/m ³]	Friksjonsvinkel[°]	Udrenert skjærstyrke[kPa]
Lag 1	Fylling, Sprengstein	19/11	45	-
Lag 2	Silt, sandig	18/8	31	-
Lag 3	Leire, siltig	19/9		22,4
Lag 3	Sand	18/8	36	-

Tabell 1: Valgte materialparametere i stabilitetsberegningene.

Krav til sikkerhet er $F \geq 1,4$ (iht. Eurocode 7).

Udrenert skjærfasthet fra rutine-lab er direkte. Den er gjort om til aktiv udrenert skjærfasthet ved sammenhengen $s_{uA} = s_{uD}/0,7$.

Følgende anisotropiforhold er benyttet for udrenert skjærfasthet (ADP-analyse):

- Aktiv udrenert skjærfasthet = $1,0 S_{uA}$
- Direkte udrenert skjærfasthet = $0,63 S_{uA}$

- Passiv direkte skjærfasthet = $0,35 S_{uA}$

Beregningene viser at stabiliteten til den planlagte fyllingen er $F = 1,18$ som ikke er tilfredsstillende i område 1. Det vises til beregningssnitt i 712625-RIG-TEG-501. I beregningene er det lagt inn ei mektig motfylling i foten av moloen. Etablering av molo vurderes å bli svært kostnadskrevende.

4.3 Stabilitet molo – Område 3

Toppen av moloen i område 3 er antatt til å være 5 meter bred og ligge på ca. kote 5 (LAT). Dette gir en fyllingsmekktighet på inntil 20 meter.

Sjøbunnshelningen i dette området er 1:15 eller slakere med lite løsmassemekktighet over berg.

Stabiliteten for etablering av molo er tilfredsstillende.

4.4 Stabilitet molo – Område 4

Toppen av moloen i område 1 er antatt å være 5 meter bred og til å ligge på ca. kote 5 (LAT). Dette gir en fyllingsmekktighet på inntil 45 m, viser til tegning 712625-RIG-TEG-500.

Det er utført stabilitetsberegninger med programmet «GS-Stability» for den planlagte moloen.

Plantegning av moloen er vist på tegning 712625-RIG-TEG-502.

Materialparametere som er benyttet er valgt på bakgrunn av rutine laboratorieresultater og erfaringsverdier. Det vises til tabell 2.

Lag	Massetype	Egenvekt / neddykket [kN/m ³]	Friksjonsvinkel[°]	Udrenert skjærstyrke[kPa]
Lag 1	Fylling, Sprengstein	19/11	45	-
Lag 2	Sand, leirig	19/9	28	-
Lag 3	Sand/grus	19/9	36	-

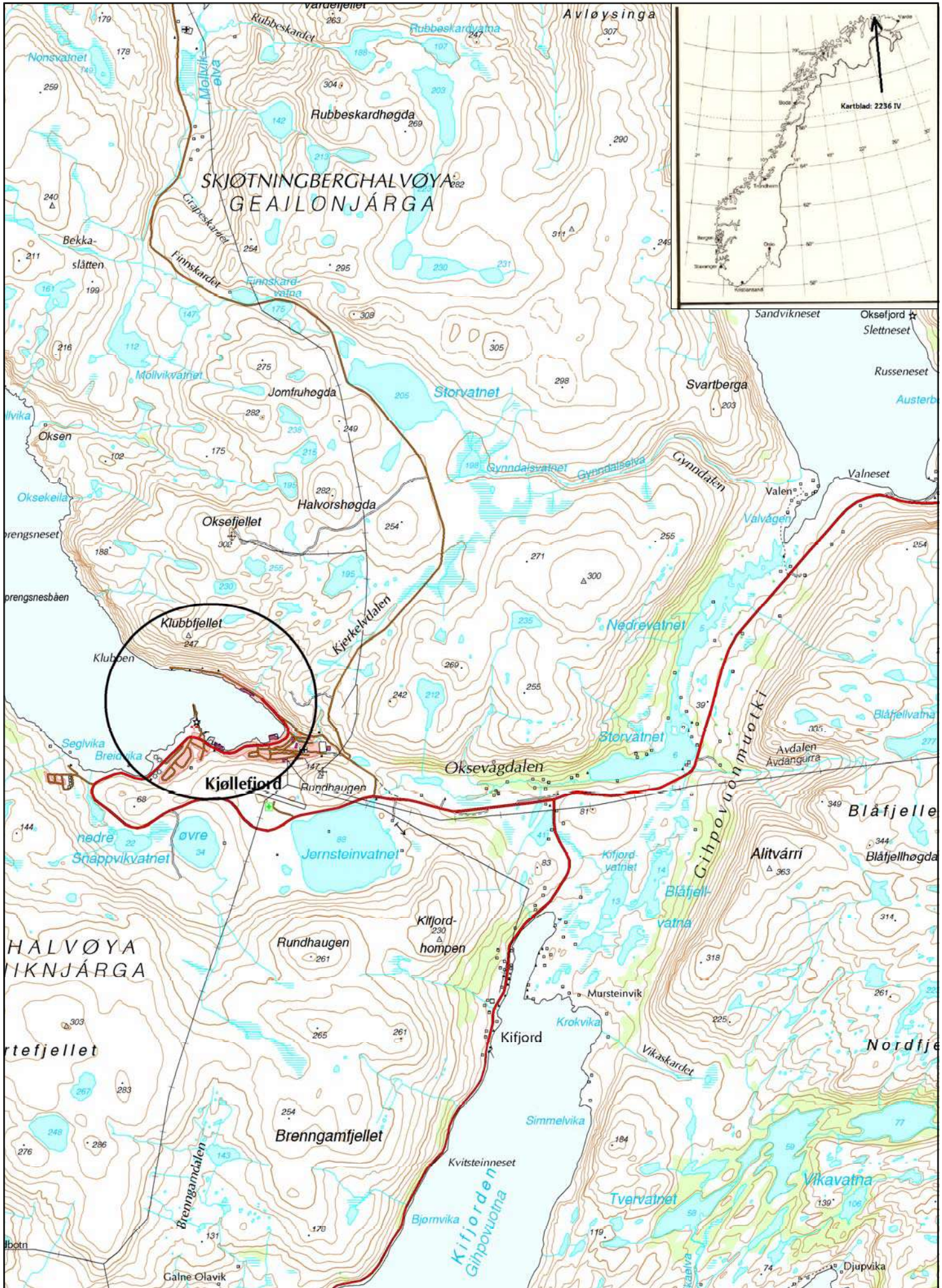
Tabell 2: Valgte materialparametere i stabilitetsberegningene.

Krav til sikkerhet er $F \geq 1,4$ (iht. Eurocode 7). Stabiliteten til moloen i område 4 er beregnet til $F = 3,38$. Beregningene viser at stabiliteten til den planlagte fyllingen er tilfredsstillende i område 4. Det vises til beregningssnitt i 712625-RIG-TEG-601.

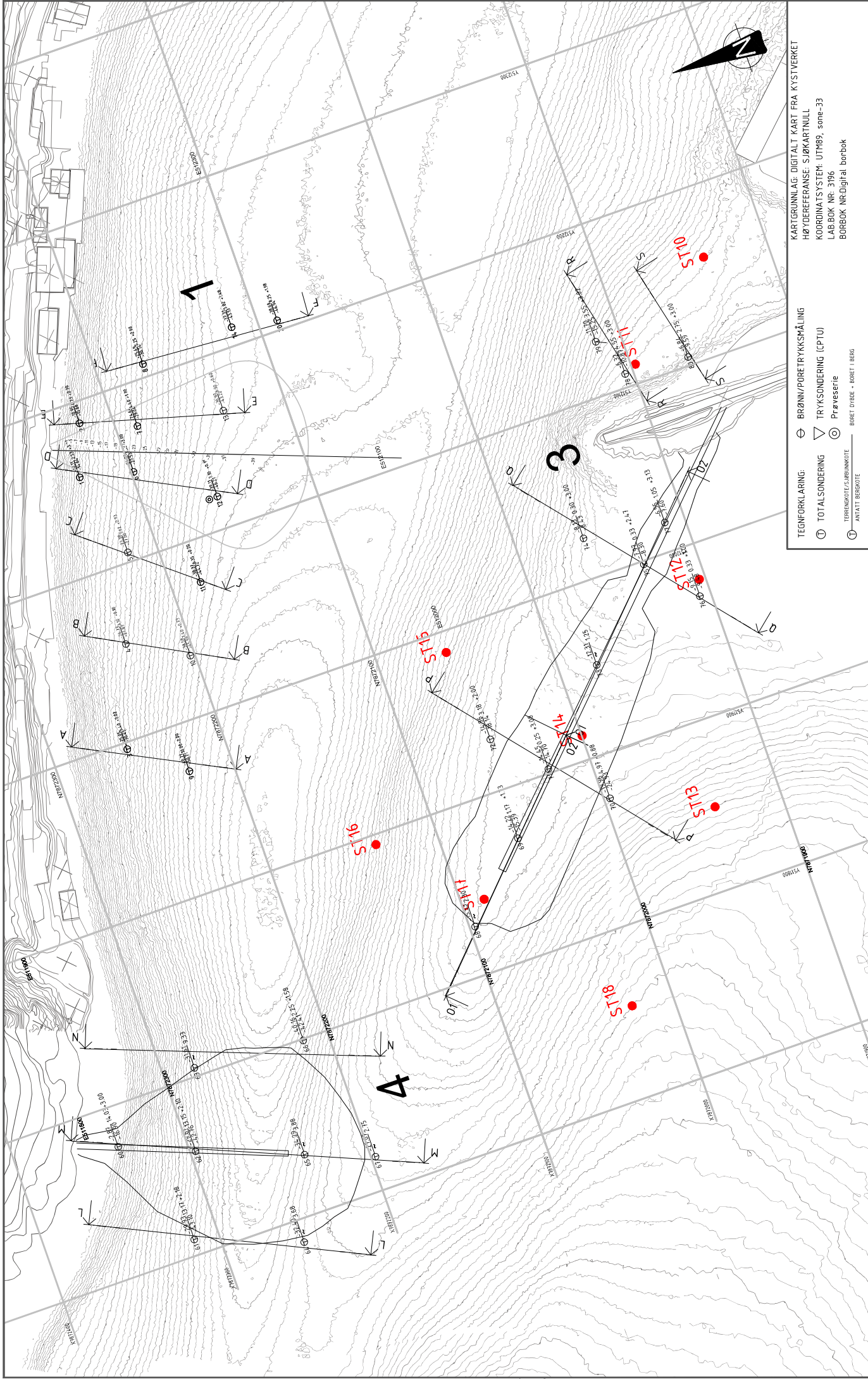
5. Sluttvurdering

Det gjøres oppmerksom på at etablering av molo må skje med sjøredskap fra ytterste del inn mot land i område 4. I område 3 kan det fylles fra land.

Z:\0712\712625\712625-03 ARBEIDSSOMPRÅDE\712625-01 RIG\712625-05 MODELLER\712625-RIG-TEG-000.dwg, - Layout: (RIG-TEG-000), - Plottet av: rer, Dato: 2015.04.21 kl 11:05



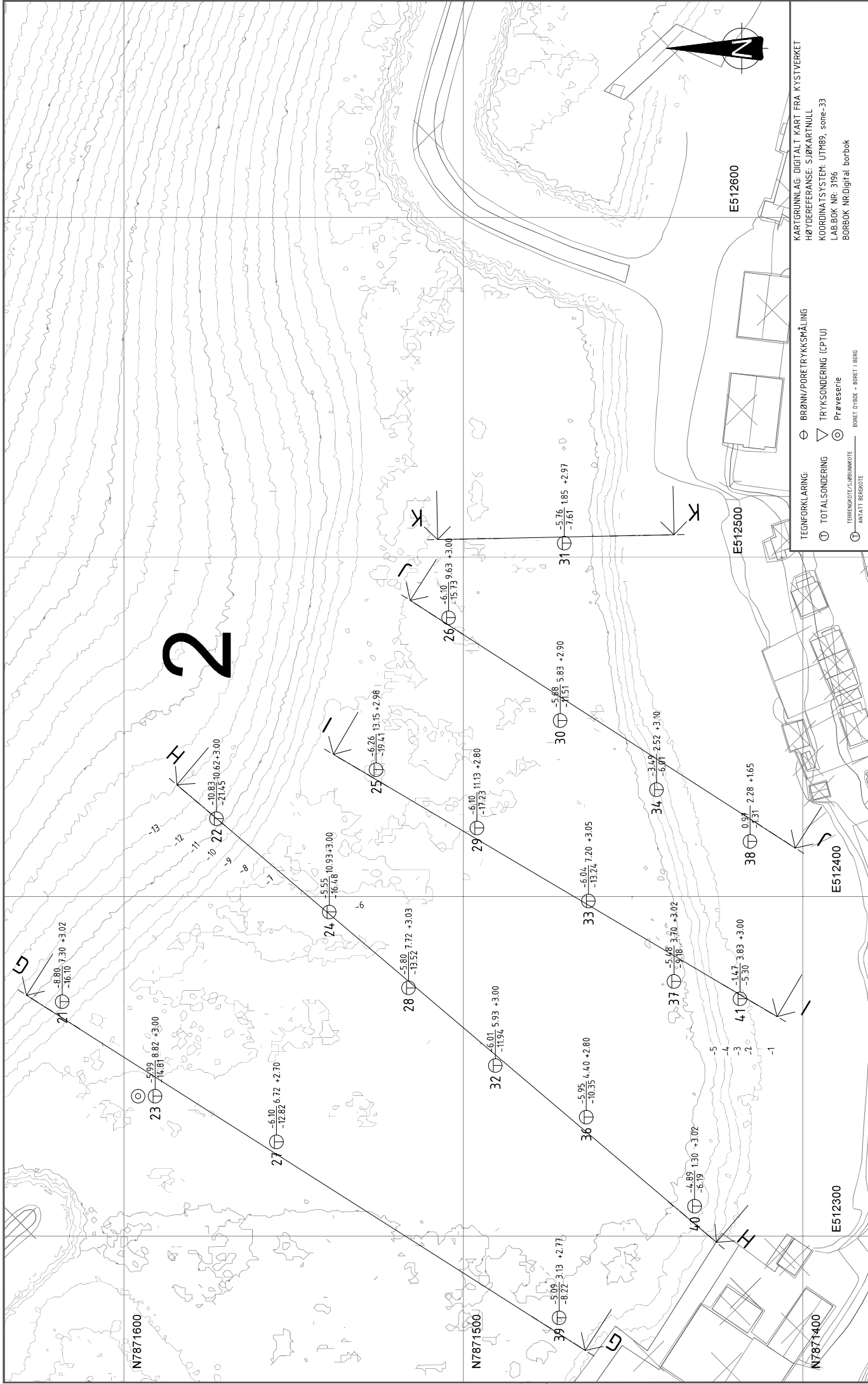
Multiconsult www.multiconsult.no	Kystverket Kjøllefjord Lebesby Oversiktskart	Status UTSENDT	Fag Geoteknikk	Original format A4	Dato 21.04.15
		Konstr./Tegnet RER	Kontrollert srr	Godkjent erbk	Målestokk 1:50000
		Oppdragsnr. 712625	Tegningsnr. RIG-TEG-000		Rev. 00



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KYSTVERKET
HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL
KOORDINATSYSTEM: UTM89, zone-33
LAB.BOK NR. 3196
BORBOK NR: Digitalt borbok

TEGNFORKLARING:
○ BRØNN/PORETRYKKSÅLING
▽ TRYKSONDERING (CPTU)
⊙ PRØVESERIE
⊖ ANTTATT BERGKOTE
— BERGET DYBE - BORET I BERG

Rev.	Beskrivelse	Endr./liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Multiconsult www.multiconsult.no						
Kystverket						
Kjøllefjord; Utdypning av havn						
Lebesby						
Borplan 1						
Oppdragsnr.		712625		Status		
Konstr./Tegnet		RER		Geofteknikk		Dato
Fag		SFT		Original format		19.05.17
Kontrollert		erbk		Godkjent		Målestokk
Tegningsnr.		RIG-TEG-001		Borboek		1:2000
Rev.		01		Rev.		



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KYSTVERKET
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL
 KOORDINATSYSTEM: UTM89, zone-33
 LAB.BOK NR. 3196
 BORSBOK NR: Digitalt borrbok

TEGNFORKLARING:
 ⊕ BRØNN/PØRETRYKKSÅLING
 ▽ TRYKSONDERING (CPTU)
 ⊙ Prøveserie

⊕ TERRENGKOTE/SJØINNENKOTE
 ⊖ ANTATT BERGKOTE
 — BØRET DYBEH - BØRET I BEGG

Rev.	Beskrivelse	Endr./liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
<p align="center">Multiconsult www.multiconsult.no</p>						
Kystverket			Kjøllefjord; Utdypning av havn			
			Lebesby			
			Borplan 2			
Oppdragsnr. 712625		Status		Fag		Dato
712625		-		Geofoteknikk		19.05.17
Tegningsnr.		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Målestokk
RIG-TEG-002		RER		SRT		1:1000
Rev.		Tegningsnr.		Godkjent		01
		712625		er/bk		

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
5	SILT, sandig	noe skjellrester	K															
		noe skjellrester							1.84	51								
		noe skjellrester							1.83	50								
		noe skjellrester							1.87	49								
		LEIRE, siltig, sandig		enk. gruskorn					2.02	43	▼	▼	▼					
	noe skjellrester, enk. gruskorn		K					2.04	41	▼	▼	▼					7	
10																	2	
15																	4	
20																		

Symboler



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

- Vanninnhold
- Plastisitetsindeks, I_p

- ▼ Omrørt konus
- ▽ Uomrørt konus

- ρ = Densitet
- S_t = Sensitivitet
- NP= Non plastisk

- T = Treaksialforsøk
- Ø = Ødometerforsøk
- K = Korngradering

ρ_s : 2.75 g/cm³
 Borbok: 3196
 Lab-bok: 3196

PRØVESERIE

Tegningens filnavn:

Z:\01212005\1205-01_4RBE550ARACE\1205-01_RIG\1205-01_FEL1_00_LABRESUTRER\KORNER\1205-01-TEG-010.dwg

Kystverket

Kjøllefjord; Utdyping av havn

Tegnet: **HANNEK**

Kontrollert: **SUL**

Multiconsult

Dato: 2015-04-21

Oppdragsnummer: 712625

Borhull: 12

Tegningsnr.: RIG-TEG-010

Godkjent: **SUL**

Rev nr.:

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	siltig, grusig, sandig, leirig, MATERIAL korall- og skjellrester	[Diagram]	K						1.54								
	korall- og skjellrester								1.78								
	korall- og skjellrester								1.81								
	korall- og skjellrester								1.82								
	korall- og skjellrester								1.85								
10	SAND, siltig korall- og skjellrester		K						1.91								
15																	
20																	

Symboler



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

- Vanninnhold
- ▬ Plastisitetsindeks, I_p

- ▼ Omrørt konus
- ▽ Uomrørt konus

- ρ = Densitet
- S_t = Sensitivitet
- NP= Non plastisk

- T = Treaksialforsøk
- Ø = Ødometerforsøk
- K = Korngradering

ρ_s : 2.75 g/cm³
 Borbok:
 Lab-bok: 3196

PRØVESERIE

Tegningens filnavn:

Z:\012\120511\0511_48E555A8ACE120511_01_RIG\120511_FEL1_00_LABRESITERMERKEPLAKAT\0511-TEG-011.gif

Kystverket

Kjøllefjord; Utdyping av havn

Tegnet: **HANNEK**

Kontrollert: **SUL**

Multiconsult

Dato: 2015-04-21

Oppdragsnummer: 712625

Borhull: 23

Tegningsnr.: RIG-TEG-011

Godkjent: **SUL**

Rev nr.:

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SAND, leirig korall- og skjellrester, forstyrret øvre ende		K														
	SAND, leirig organisk materiale, korall- og skjellrester																
10																	
15																	
20																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s =

2,75 g/cm³



Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

\emptyset = Ødometerforsøk

Borbok:

DBB

K = Korngredning

Lab-bok:

DLB

PRØVESERIE

Borhull:

62

Kystverket

Dato:

2017-03-15

Kjøllefjord

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

RAGS

Kontrollert:

RER

Godkjent:

RER

Oppdragsnummer:

712625

Tegningsnr.:

RIG-TEG-012

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	MATERIALE, grusig, sandig korall- og skjellrester		K				○										
	MATERIALE, grusig, sandig, siltig korall- og skjellrester						○										
	SILT, sandig, leirig korall- og skjellrester		K				○										
10																	
15																	
20																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s =

2,75 g/cm³



Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

\emptyset = Ødometerforsøk

Borbok:

DBB

K = Korngredning

Lab-bok:

DLB

PRØVESERIE

Borhull:

70

Kystverket

Kjøllefjord

Dato:

2017-03-15

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

RAGS

Kontrollert:

RER

Godkjent:

RER

Oppdragsnummer:

712625

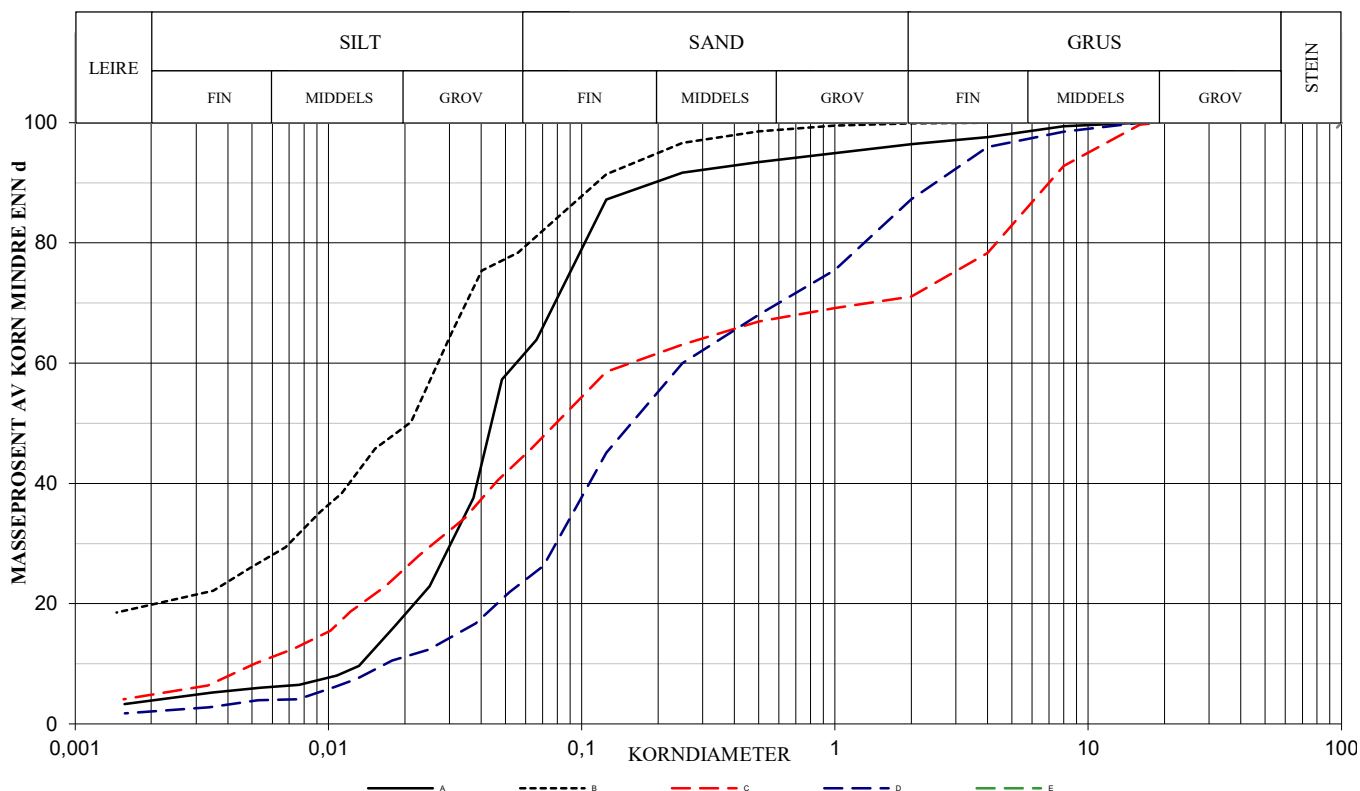
Tegningsnr.:

RIG-TEG-013

Rev. nr.:

00

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	12	0,0 - 0,8 m	SILT, sandig	Noe skjellrester	X	X	X
B	12	5,0 - 5,8 m	LEIRE, siltig, sandig	Noe skjellrester	X		X
C	23	0,1 - 0,9 m	Siltig, grusig, sandig, leirig MATERIALE	Korall- og skjellrester	X	X	X
D	23	5,1 - 5,9 m	SAND, siltig	Korall- og skjellrester	X	X	X
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Torr sikt

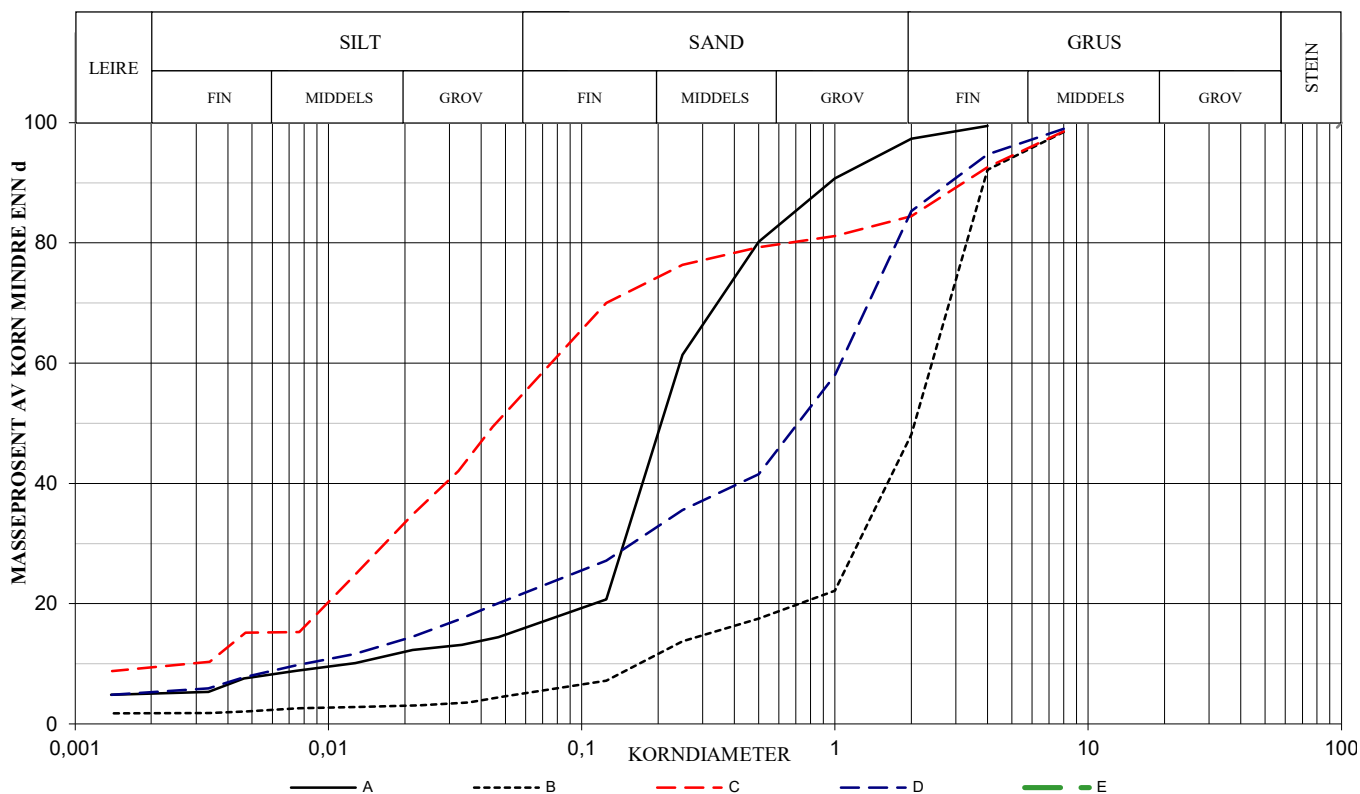
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	<0,063 mm %	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	36,9	T4	63,8	17,9		4,2	0,013	0,031	0,044	0,056
B	25,8	T4	78,4	49,3				0,007	0,021	0,027
C	47,2	T4	45,7	25,6		42,2	0,005	0,026	0,109	0,217
D	29,2	T2	26,3	11,1		14,7	0,017	0,081	0,197	0,250
E										

KORNGRADERING		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket		HANNEK	RER	
Kjøllefjord; Utdyping av havn		Dato 22.05.2017	Godkjent RER	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer 712625	Tegnings nr. 060	Rev.

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	62	1,0-2,0 m	SAND, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
B	70	0,2-1,0 m	Grusig, sandig MATERIALE	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
C	70	2,2-3,0 m	SILT, sandig, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
D	79	1,2-2,0 m	SAND, siltig, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Torr sikt

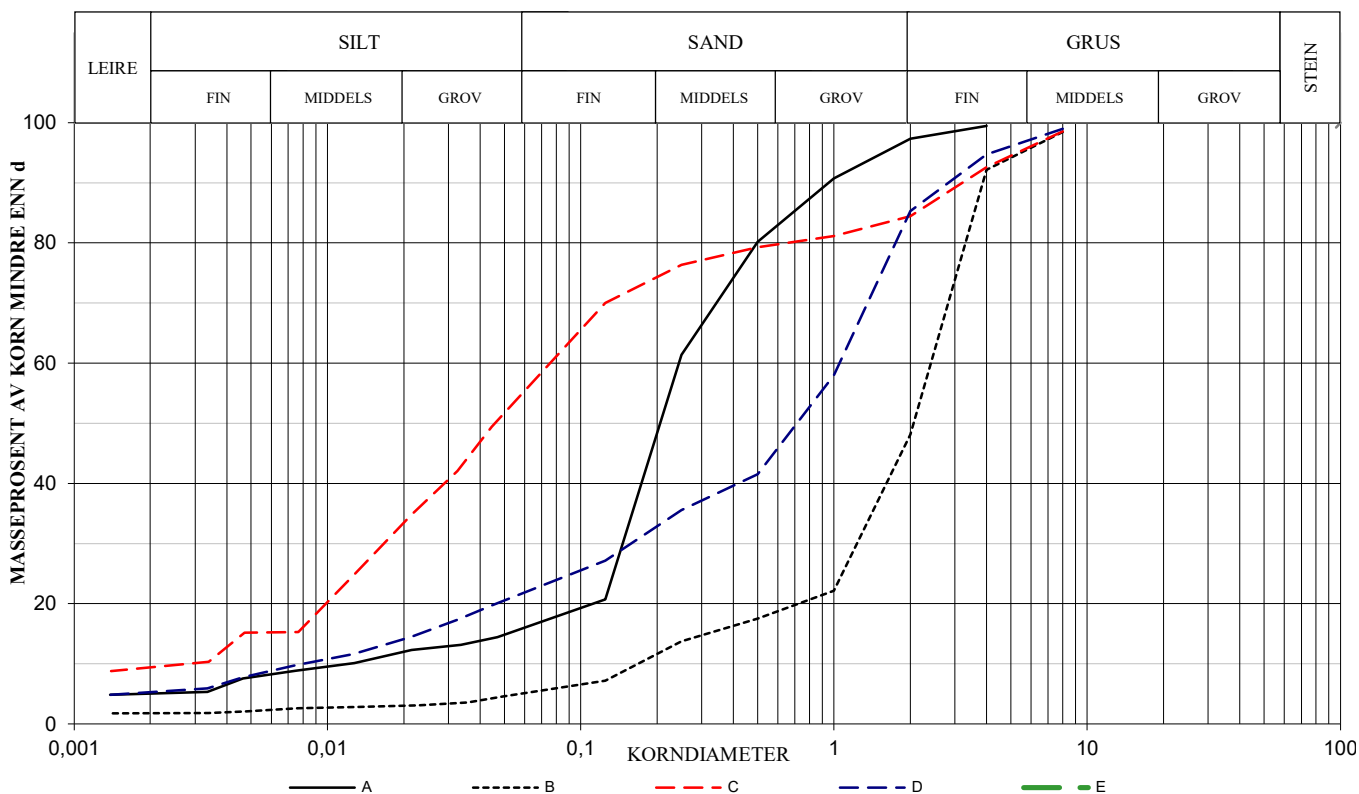
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	Korndensitet ρ_s	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	36,4	T2		11,9		20,0	0,012	0,153	0,201	0,244
B	40,0	T2		3,0		15,1	0,168	1,301	2,085	2,539
C	41,8	T4		33,2		41,9	0,003	0,017	0,049	0,125
D	42,3	T3		14,1		131,5	0,008	0,167	0,757	1,074
E										

KORNGRADERING		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Kjøllefjord Kjøllefjord		RAGS	RER	
		Dato 22.05.2017	Godkjent RER	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer 712625	Tegnings nr. RIG-TEG- 061	Rev.

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	62	1,0-2,0 m	SAND, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
B	70	0,2-1,0 m	Grusig, sandig MATERIALE	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
C	70	2,2-3,0 m	SILT, sandig, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
D	79	1,2-2,0 m	SAND, siltig, leirig	Inneholder korall- og skjellrester	X	X	X
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

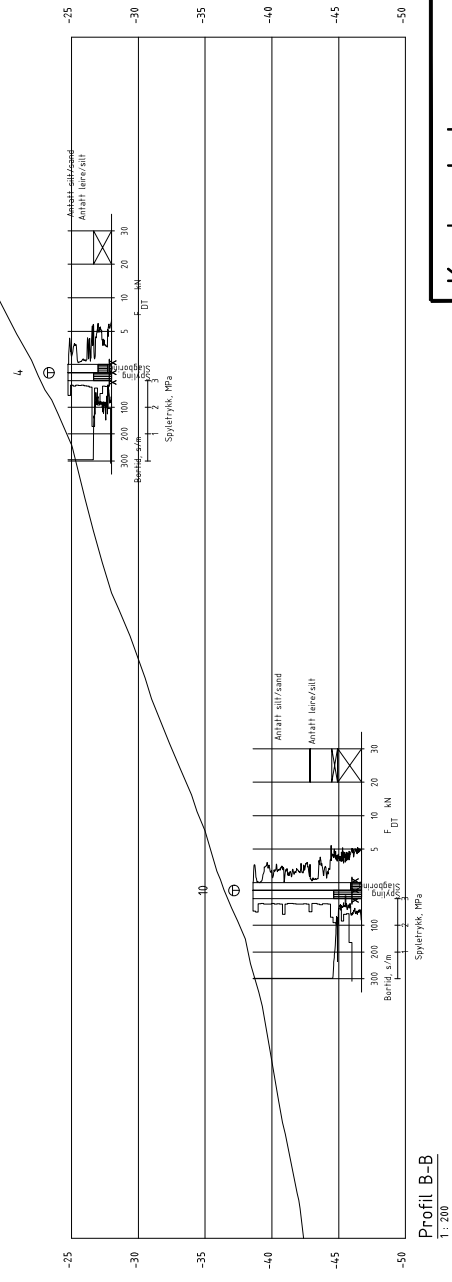
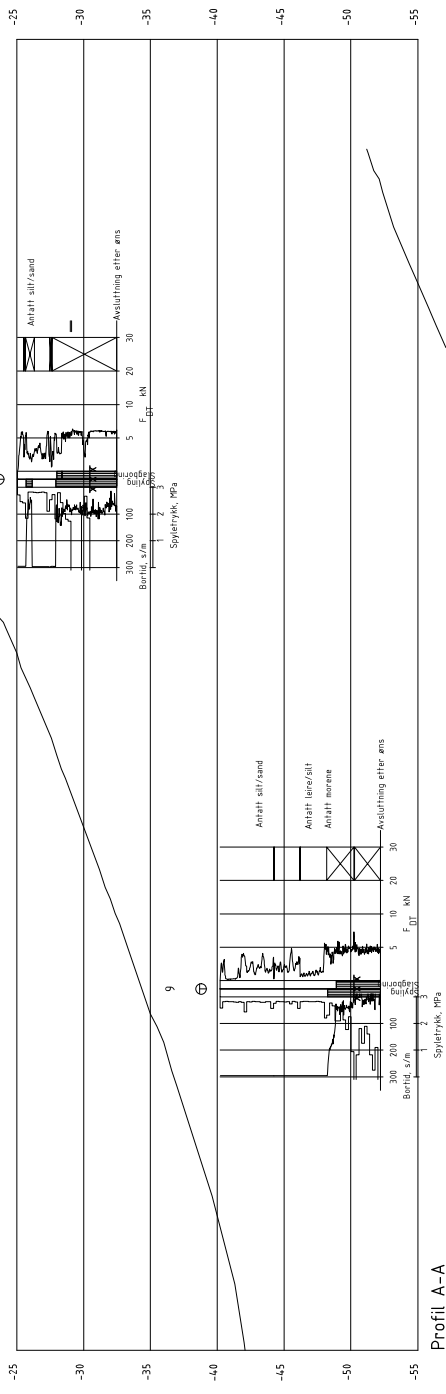
TS = Torr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	Korndensitet ρ_s	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	36,4	T2		11,9		20,0	0,012	0,153	0,201	0,244
B	40,0	T2		3,0		15,1	0,168	1,301	2,085	2,539
C	41,8	T4		33,2		41,9	0,003	0,017	0,049	0,125
D	42,3	T3		14,1		131,5	0,008	0,167	0,757	1,074
E										

KORNGRADERING		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Kjøllefjord Kjøllefjord		RAGS	RER	
		Dato 22.05.2017	Godkjent RER	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer 712625	Tegnings nr. RIG-TEG- 062	Rev.



Kystverket
Kjøllefjord; Utdypning av havn
Lebesby
 Profil A og B

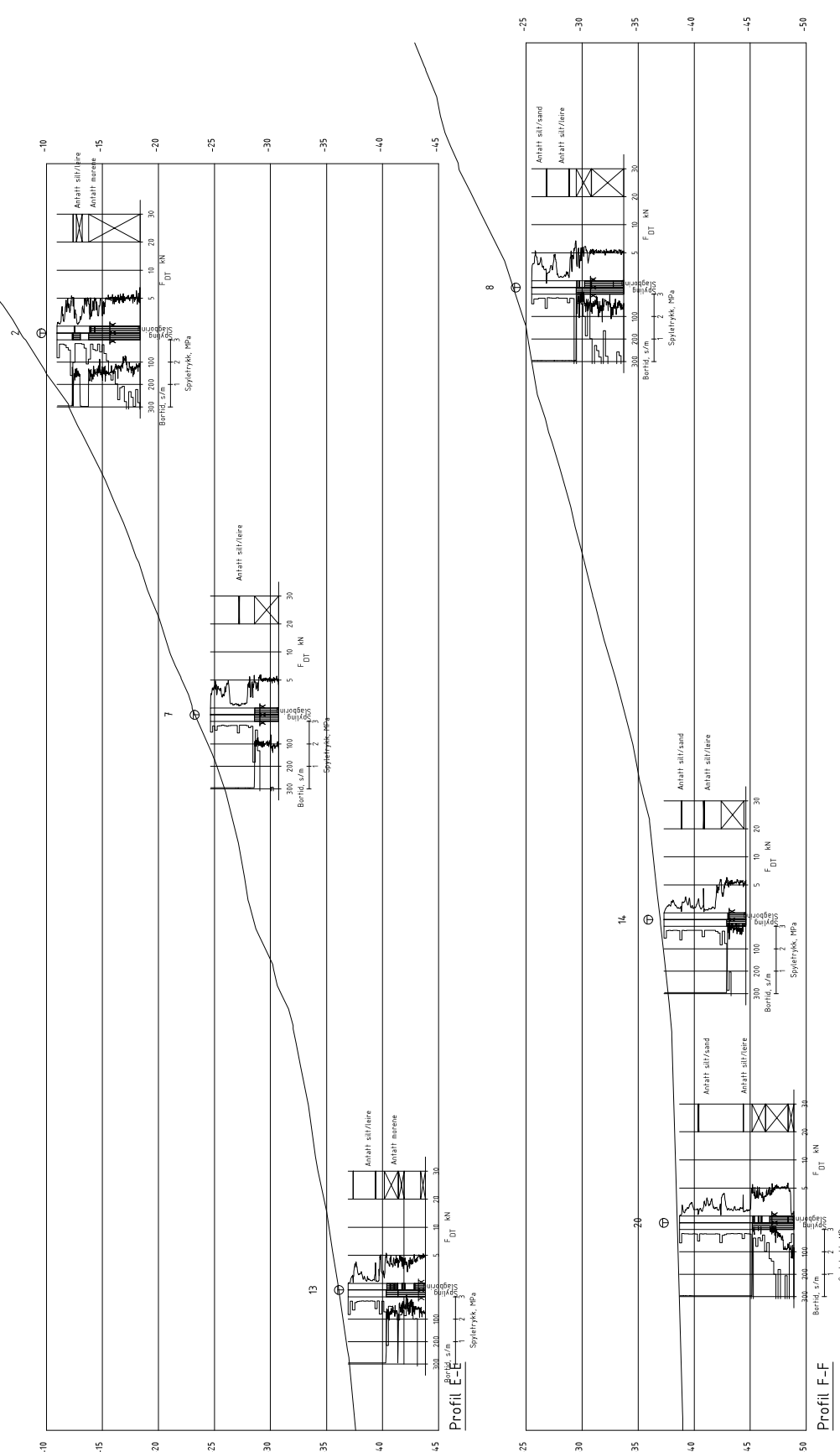
Fag	Fag	Formål	A3
	Geoteknikk		
Dato		21.04.15	
Formål/Målestokk		1:400	
Status		UTSENDT	
Oppdragsnr.		712625	
Tegningsnr.		RIG-TEG-100	
Rev.		00	
Konstr./Tegnet	RER	Kontrollert	SFF
Godkjent	erbk		



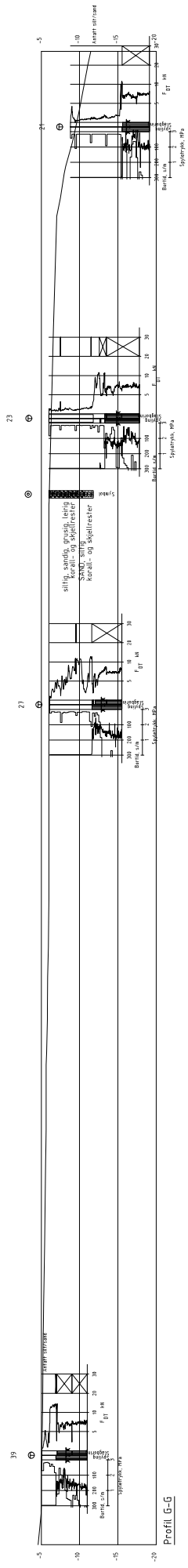
Kystverket Kjøllefjord; Utdypning av havn

Lebesby
Profil C og D

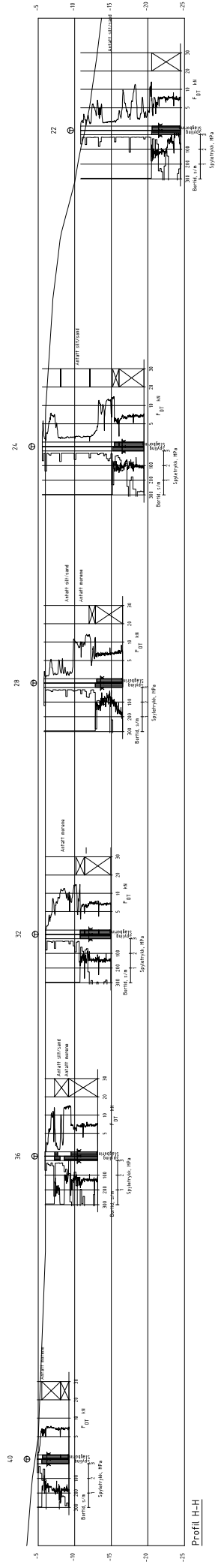
Fag	Føremål	Formal/Målestokk	Dato	Formal/Målestokk	Godkjent	Rev.
	Geoteknikk					
Kystverket			Status		Tegningsnr.	
Kjøllefjord; Utdypning av havn			UTSENDET		712625	
Lebesby			Oppdragsnr.		RIG-TEG-101	
Profil C og D			Konstr./Tegnet		Kontrollert	
			RER		SFF	



Kystverket		Fag	Format
Kjøllefjord; Utdypning av havn		Geoteknikk	A3
Lebesby		Dato	21.04.15
Profil E og F		Format/Målestokk:	1:400
Multiconsult		Status	UTSENDT
712625		Oppdragsnr.	
RIG-TEG-102		Konstr./Tegnet	RER
		Kontrollert	SFF
		Tegningsnr.	erbk
		Rev.	00

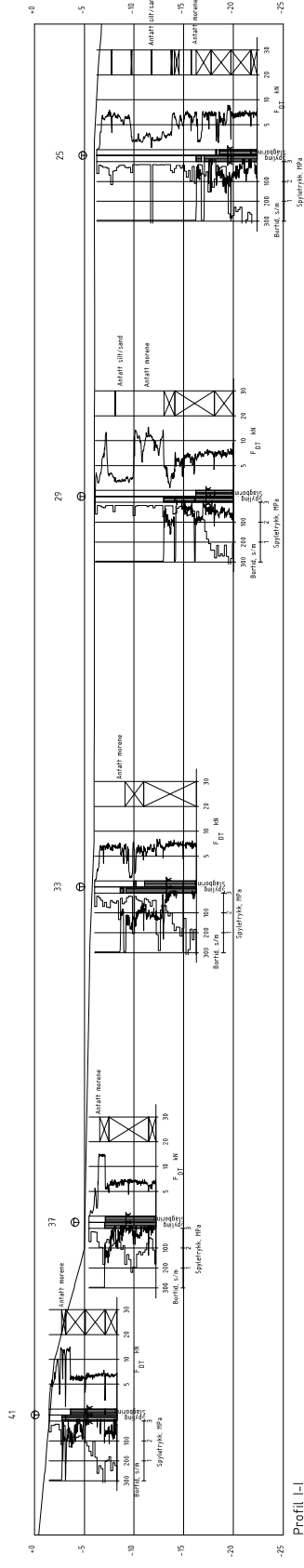


Profil G-G

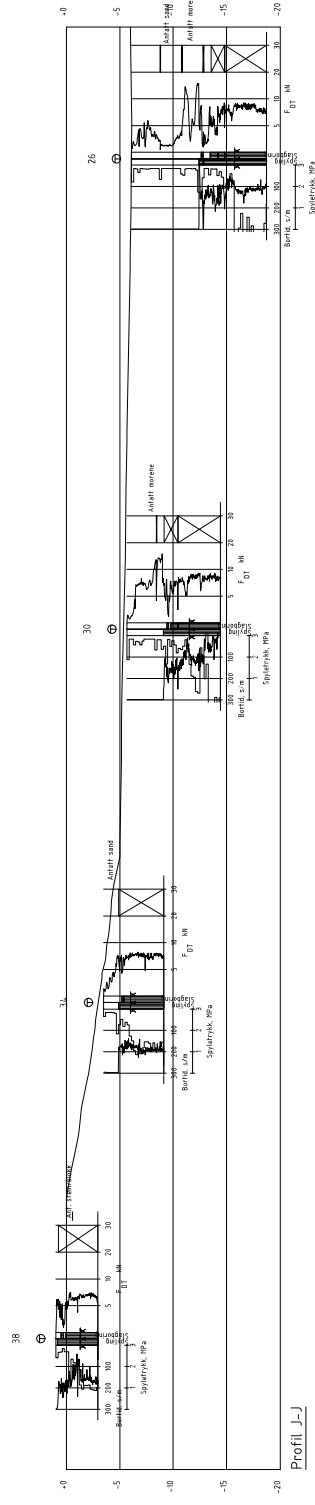


Profil H-H

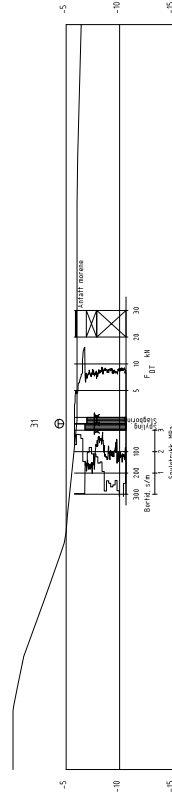
Kystverket Kjøllefjord; Utdypning av havn Lebesby Projil G og H	Formål	erbk
	Geoteknikk	A3L
	Dato	Z104,15
	Formål/Prosjekt	1-400
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	erbk
	UTSENDT Oppdrag nr.	712625
	Formål/Type	erbk
	Kontroller	SFT
	Formål/Type	RER
	Egning nr.	RIG-TEG-103
	Rev.	00



Profil I-I



Profil J-J

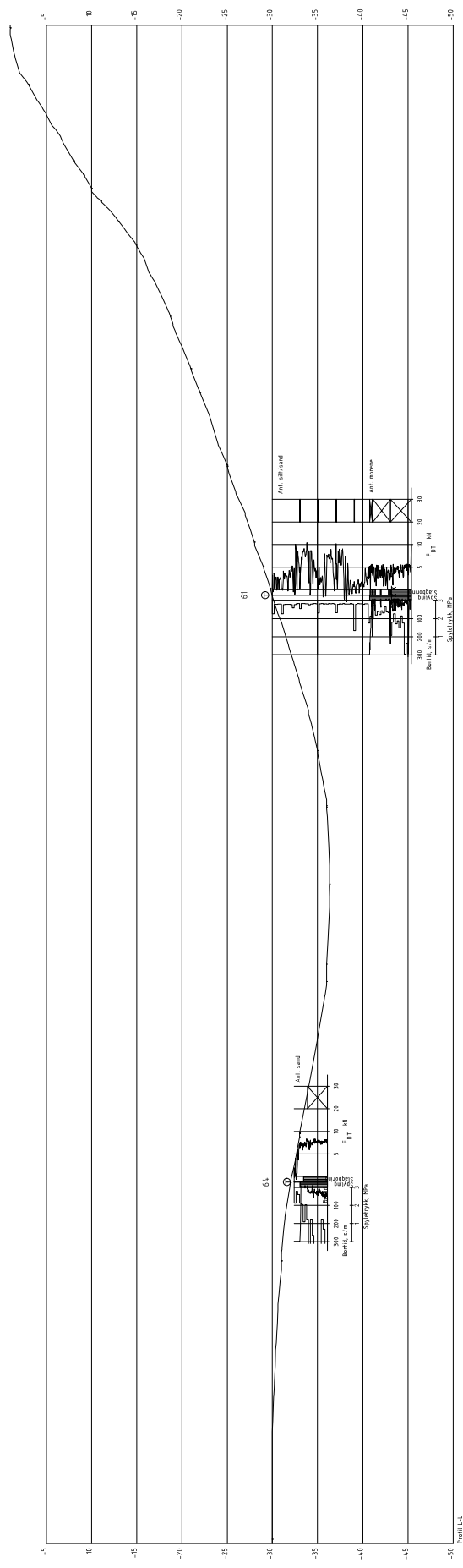


Profil K-K

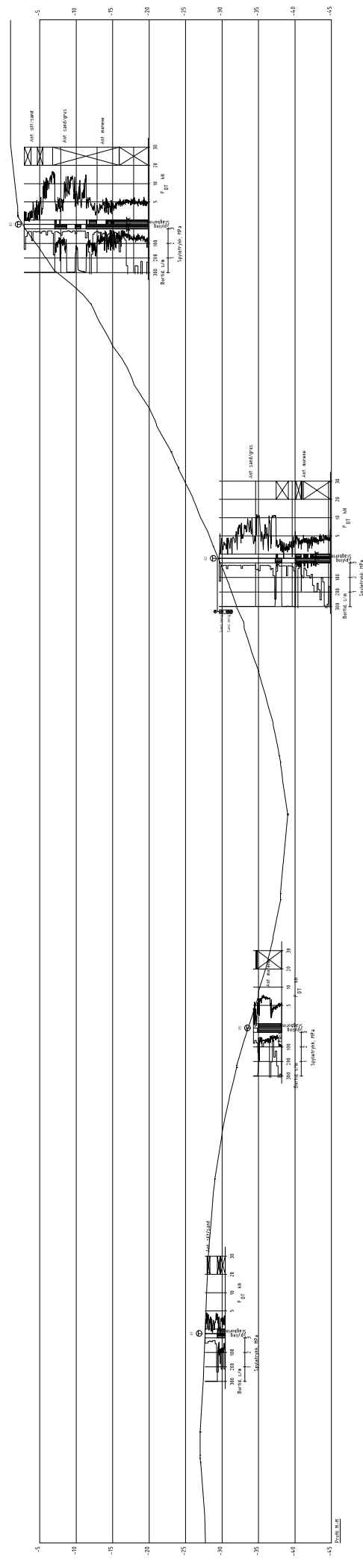
Kystverket
Kjølelfjord; Utdypning av havn
Lebesby
Profil I, J og K

Eg Geoteknikk	Formål A3L	21.04.15	Formål/Hilfestikk 1:400	Kontrollert SFR	Tegningens 712625	Status UTSENDT Opprinn.	Kontrollert RER	Tegningens 712625	Sjøløst erbk	Rev. 00

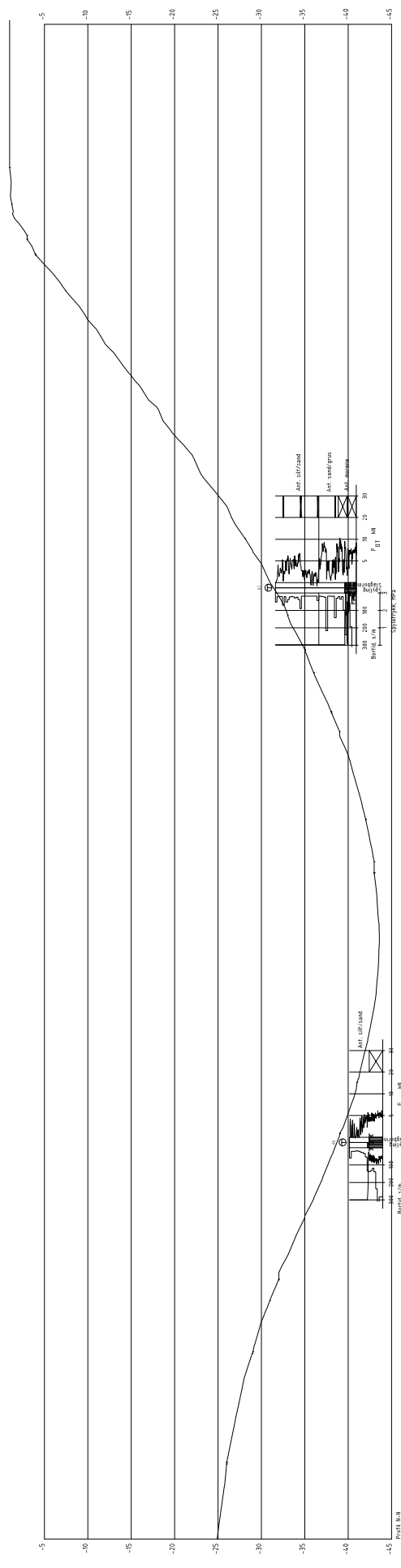
Multiconsult
www.multiconsult.no



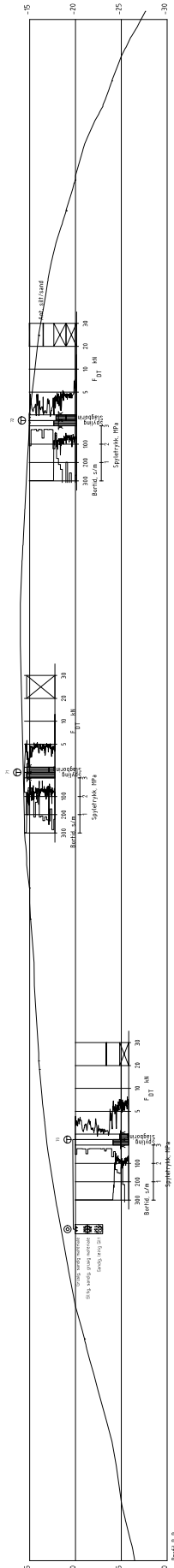
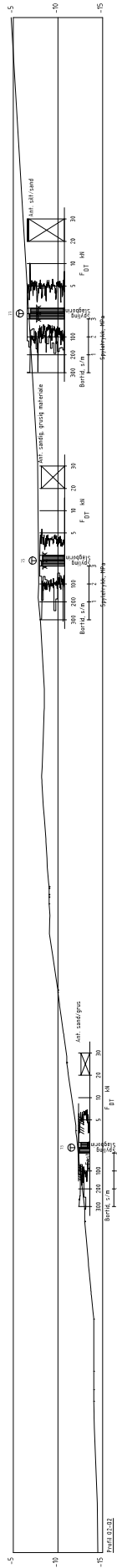
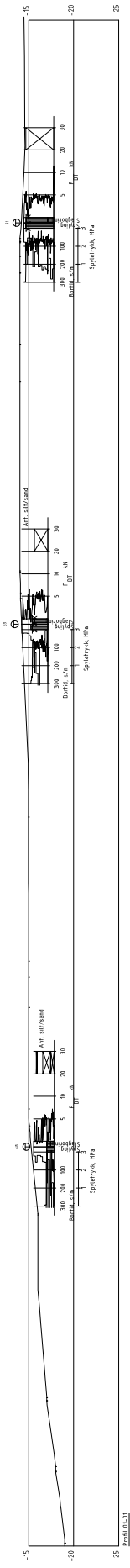
Kystverket Kjøllefjord; Utdypning av havn Lebesby Profil L	Eg Geoteknikk		Formål A3L		
	Dato 04.05.17		Rev.		
Formål/Referanse 1:400		Status UTSENDT		Kontrollert SRF	
www.multiconsult.no		Oppgavener. 712625		Tegninger. RIG-TEG-105	
Multiconsult		Sjøløstent erbk		Rev. 00	



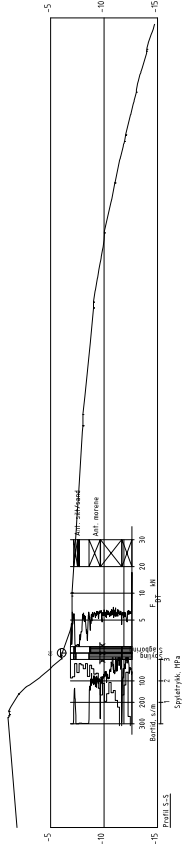
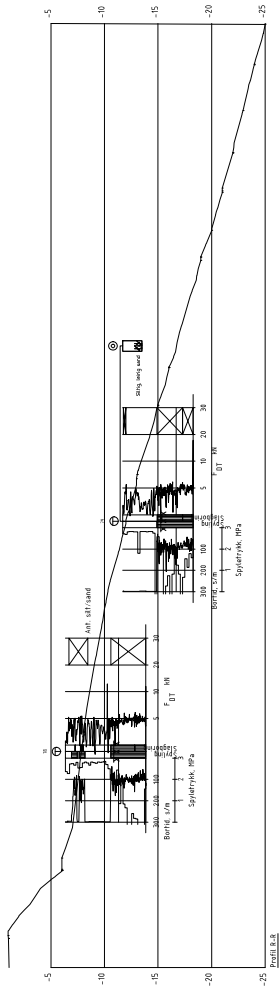
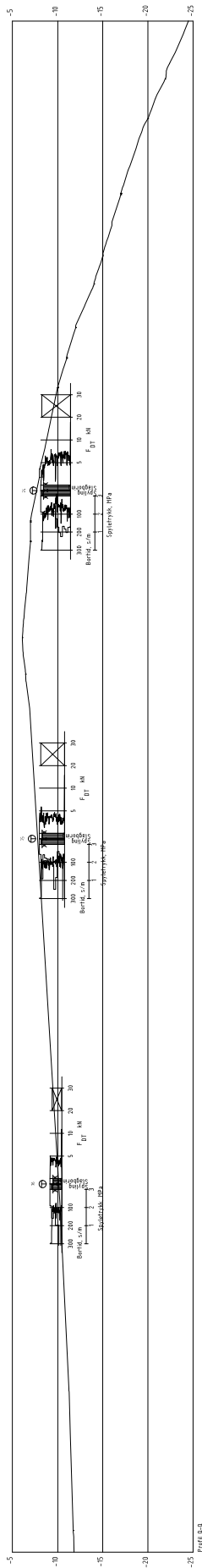
Kystverket		Fag		Formål	
Kjøllefjord; Utdypning av havn		Geoteknikk		A3L	
Lebesby		Dato		04.05.17	
Profil N		Formål/Årsak		1,400	
Multiconsult		Status		UTSENDT	
www.multiconsult.no		Oppdragsgiver		712625	
RIG-TEG-106		Kontrolleret		SFT	
erbk		Kontrolleret		RER	
Rev.		Egningstid:		RIG-TEG-106	
00		Løstopp		erbk	



Kystverket Kjøllefjord; Utdypning av havn Lebesby Profil N	Formål Geoteknikk A3L		Eg Bak		Dato 04.05.17		Formål/Revisjon 1:400	
	Status UTSENDT		Konstr./Tegnet RER		Kontrollert STR		Sjøløst erbk	
www.multiconsult.no		Oppdrag nr. 712625		Tegningsnr. RIG-TEG-107		Rev. 00		



Kystverket		Eg		Formal	
Kjøllefjord; Utdypning av havn		Geoteknikk		A3L	
Lebesby		Dato		04.05.17	
Profil 01, 02 OG P		Formal/Revisjon		1:400	
Multiconsult		Status		UTSENDT	
www.multiconsult.no		Oppdrag		712625	
Kontrollert		Konstr./Tegnet		Kontrollert	
erbk		RER		STR	
Tegningnr.		RIG-TEG-108		Rev.	
712625		RIG-TEG-108		00	



Kystverket
 Kjøllefjord; Utdypning av havn
 Lebesby
 Profil Q, R OG S

Fag	Formål
Geoteknikk	A3L
Basis	04.05.17
Formål/Hilsestokk	
1:400	
Status	
UTSENDT	
Oppdragsgiver	
712625	
Konstr./Tegnet	
RER	
Kontrollert	
SFF	
Tegningens	
712625	
RIG-TEG-109	
Rev.	
00	

Multiconsult
 www.multiconsult.no



- TEGNFORKLARING:**
- ⊖ BRØNN/PØRETRYKKSÅLING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊖ TRYKSONDERING (CPTU)
 - ⊕ Prøveserie
 - ⊖ TERRENGKOTE/SJUNNKOTE
 - ⊕ ANTATT BERGKOTE
 - ⊖ BØRET DYBE - BØRET I BEIG

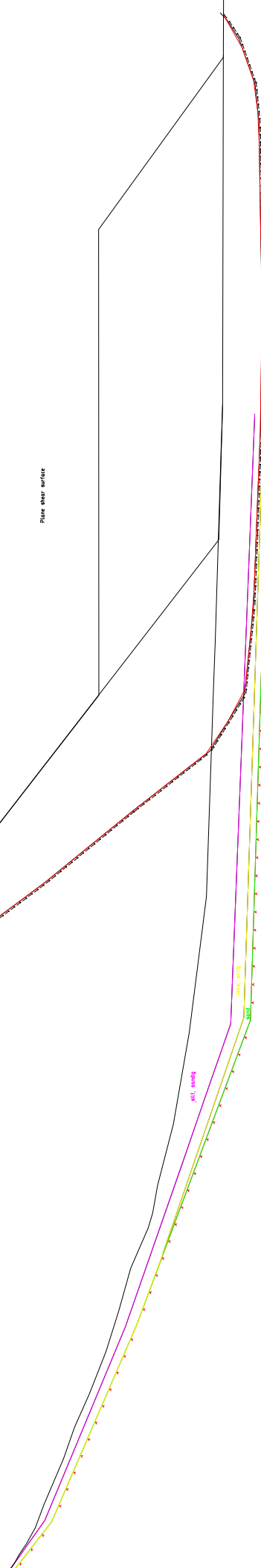
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KYSTVERKET
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL
 KOORDINATISYSTEM: UTM89, zone-33
 LABBOK NR. 3196
 BØRBOK NR. Digital borbok

Rev	Beskrivelse	Endr./liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.	Status	Fag	Geofoteknikk	Original format	Dato		
								Konstr./Tegnet	RER	Geodjunkt	er/bk	19.05.17	
Oppdragsnr. 712625								Kontrollert	SRF	er/bk	Målestokk	1:2000	
Kystverket								Tegningsnr.		RIG-TEG-500		Rev.	01
Kjøllefjord; Utdypning av havn								Situasjonslan - Moloer					
Lebesby								www.multiconsult.no					
Multiconsult													

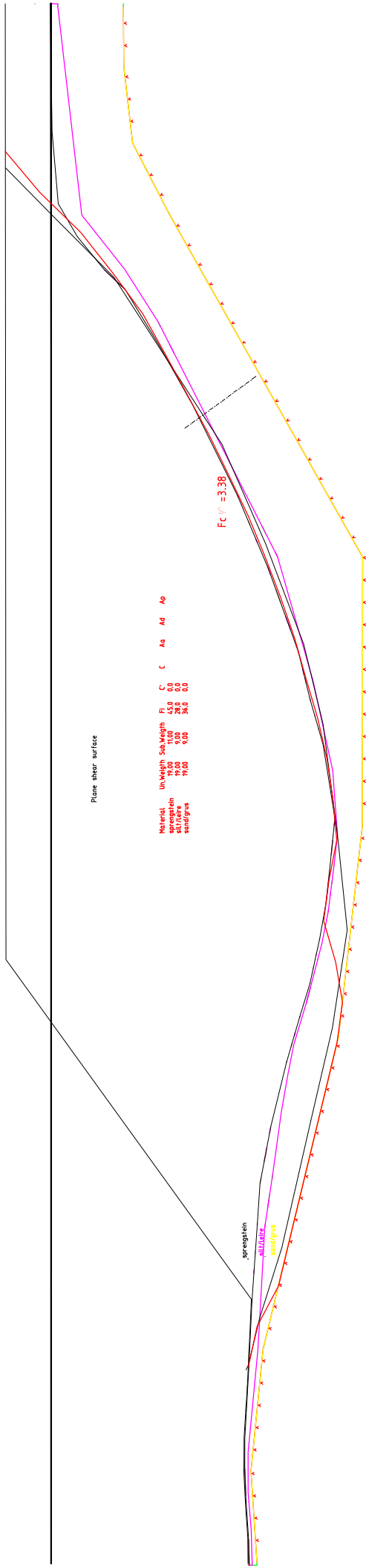
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
sprengstein	19,00	11,00	45,0	0,0	0,0			
silt, sandig	19,00	9,00	31,0	0,0	22,4	1,00	0,63	0,35
leire, silting	19,00	9,00						
sand	19,00	9,00	36,0	0,0				

F_{cs}=1,18

Plane shear surface

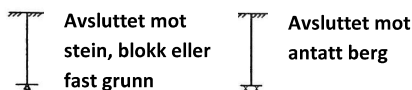


Kystverket		Proj. teknisk	A2L
Kjølelfjord; Utdypning av havn		Dato	19.05.17
Lebesby		Formål/Prosjekt	14.00
Stabilitetsberegning 1-1		Oppdragsgiver	REK
Multiconsult		Oppdragsnr.	712625
www.multiconsult.no		Oppdragsnavn	RIG-TEG-501
Rev.			01

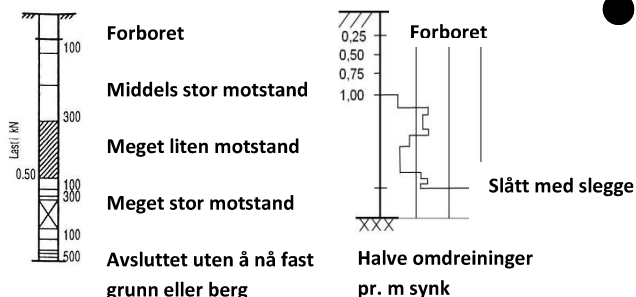


Material	Unvægt	Sub	Veigh	Et	C	Aa	Ad	Ap
all/leire	10.00	9.00	28.0	0.0				
sand/grus	10.00	9.00	56.0	0.0				

Kystverket Kjøllefjord; Utdypning av havn Lebesby Stabilitetsberegning 2-2	Fag	Format
	Geoteknikk	A3L
	Date	19.02.17
Formål/NSIstek		14.00
Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
Oppdraget	REP	STR
712625	Legningsnr.	
RIG-TEG-502		Rev.
www.multiconsult.no		00

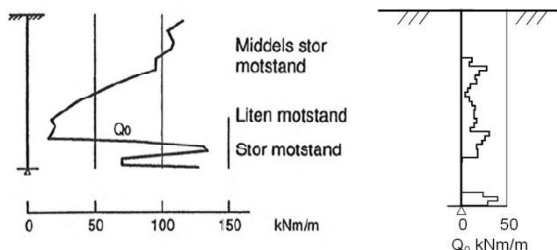


Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



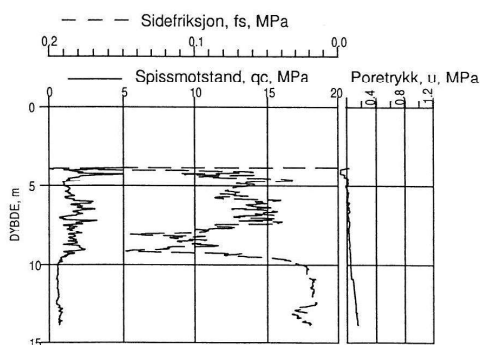
DREIESONDERING (NGF MELDING 3)
Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



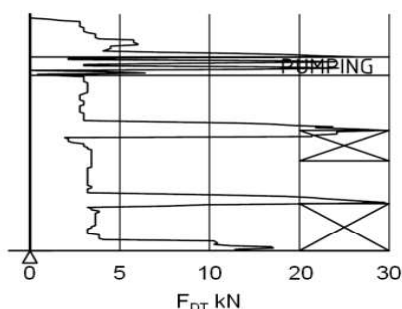
RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)
Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



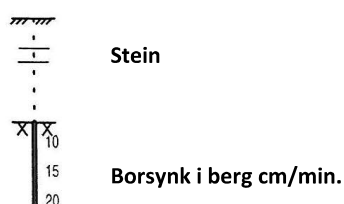
TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

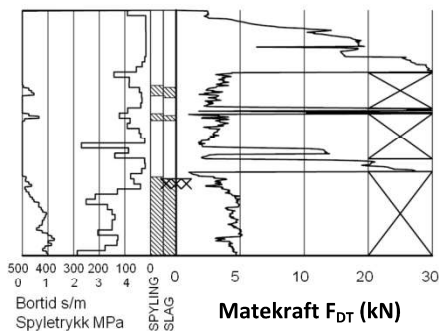


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)
Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

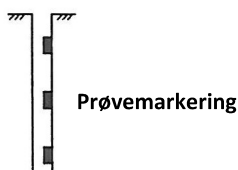
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



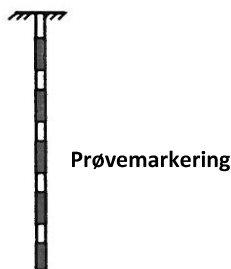
BERGKONTROLLBORING
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



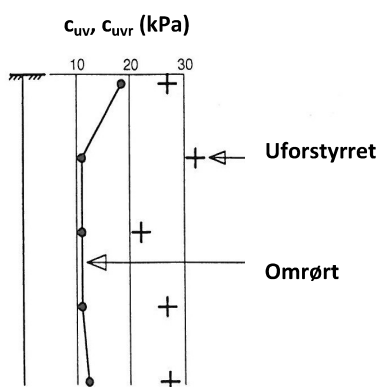
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



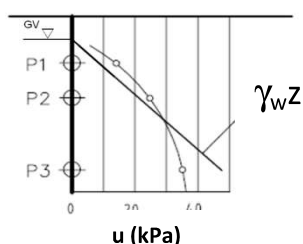
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)
Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{uvr} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{uvr}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKKSÅLING (NGF MELDING 6)
Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a, c, ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

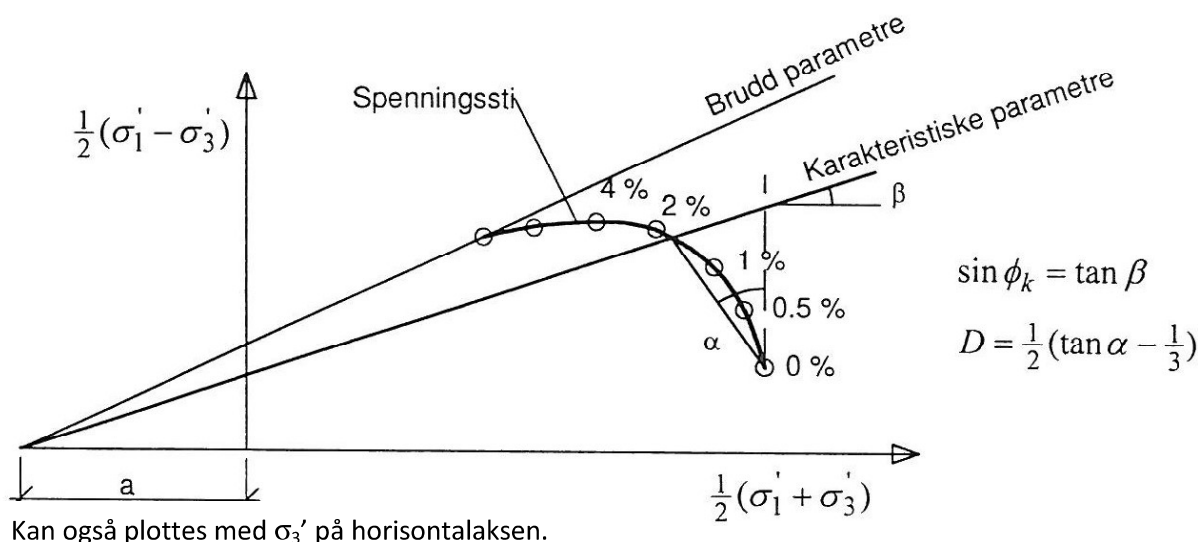
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c, ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykksparementene A, B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{ukr} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_f %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og $i =$ hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD

Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.